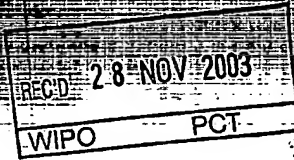


10/529787

R E P U B L I Q U E F R A N C A I S E

PCT/FR03/02794

INPI

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

30 MAR 2005

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 07 OCT. 2003

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLESIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

1er dépôt



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre V

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 540 VI / 260399

<b>REMISE DES PIÈCES</b> <b>DATE</b> 02 OCT 2002 <b>LIEU</b> 75 INPI PARIS <b>N° D'ENREGISTREMENT</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI</b> 01 OCT. 2002 <b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b> 62283		<b>RESERVÉ À L'INPI</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b> Michel GUERIN THALES Intellectual Property 13, Avenue du Président Salvador Allende 94117 ARCUEIL CEDEX	
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<input checked="" type="checkbox"/> <b>NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date
Demande de brevet initiale		N°	Date
<input checked="" type="checkbox"/> <b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE D'AIDE A LA NAVIGATION D'UN AERONEF ET DISPOSITIF CORRESPONDANT			
<input checked="" type="checkbox"/> <b>DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date	
		N°	
		N°	
		N°	
		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		THALES	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5 . 5 . 2 . 0 . 5 . 9 . 0 . 2 . 4	
Code APE-NAF		1 . . . .	
Adresse	Rue	173, Boulevard Haussmann	
	Code postal et ville	75008	PARIS
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

1er dépôt



BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE <b>16 OCT 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0212134</b>		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		<b>62283</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>MANDATAIRE</b>			
Nom		GUERIN	
Prénom		Michel	
Cabinet ou Société		THALES	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		8325	
Adresse	Rue	13, Avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL CEDEX
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01 41 48 45 32	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01 41 48 45 01	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
<input checked="" type="checkbox"/> <b>INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<input checked="" type="checkbox"/> <b>SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  Michel GUERIN		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>  	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

## PROCÉDE D'AIDE A LA NAVIGATION D'UN AERONEF ET DISPOSITIF CORRESPONDANT

L'invention concerne un procédé et un dispositif d'aide à la navigation.

Le domaine de l'invention est celui de l'aide à la navigation et à la sécurité aériennes et concerne plus particulièrement l'aide au contrôle du guidage d'un aéronef le long d'une trajectoire dans le cadre d'une conduite de vol automatique.

Il peut s'agir d'une trajectoire en descente ou en montée. Dans la suite, on prendra comme exemple de trajectoire, une trajectoire en descente et un avion comme exemple d'aéronef. Une telle trajectoire 1 représentée figure 1, et appelée profil vertical est constituée d'une succession de segments rectilignes et est décomposée en deux parties : une première partie 10 pendant laquelle l'avion est relativement libre et qui peut donc être optimisée en adoptant une vitesse de consigne et une poussée permettant de minimiser la consommation de carburant et une seconde partie 11 de préparation de l'avion à l'approche et à l'atterrissage sur une piste 12 au cours de laquelle l'avion doit respecter certains paramètres d'altitude, de vitesse et de route horizontale en adoptant une vitesse et une pente contraintes.

Une trajectoire de descente d'avion se calcule à rebours à partir de la configuration dans laquelle se trouve l'avion à l'atterrissage puis en remontant et en établissant de point 2 en point 2 les consignes de vitesse et de poussée correspondantes jusqu'au point de début de la descente ou « TOD », acronyme anglo-saxon de « Top Of Descent ».

Une fois ce profil établi par le système de gestion de vol (« FMS », acronyme anglo-saxon de « Flight Management System ») à partir de contraintes données par les contrôleurs aériens, le système de gestion de vol va donner des ordres au pilote automatique pour rejoindre ce profil et s'y maintenir, ces ordres étant établis en fonction de lois de commande et des consignes de vitesse et de poussée spécifiques du segment de profil.

On distingue les lois qui déterminent la commande des gouvernes de profondeur en fonction de consignes de vitesse (« SPD » comme speed en anglais), de chemin vertical (« VPATH » comme Vertical PATH en anglais) ou de vitesse verticale (« VS » comme Vertical Speed en anglais) et

les lois qui déterminent la commande de poussée et qui sont établies en fonction de consignes de poussée (« THR » comme Thrust en anglais) ou de vitesse (« SPD »). Ces lois sont combinées entre elles et les couples de lois en résultant et qui sont associés à des sous-modes de guidage, permettent  
5 d'établir les ordres qui permettront à l'aéronef de rejoindre (on dit aussi capturer) le segment de profil ou de s'y maintenir tout en respectant certaines contraintes.

A partir de ce qui précède, on désigne par zone de capture autour du profil, la zone dans laquelle il est possible de capturer le profil en  
10 appliquant une transition entre le sous-mode de guidage dans lequel se trouve l'avion et le sous-mode de guidage adapté au suivi du segment de profil à capturer. En dehors de cette zone, on applique un sous-mode de guidage permettant de rejoindre au plus vite cette zone de capture.

On peut définir cette zone de capture 3 représentée figure 2,  
15 comme une bande de diamètre D, fixe ou ne dépendant que de la vitesse, centrée sur le profil 1.

Mais ces définitions ne prennent pas en compte les différences notamment entre un vol à haute altitude et grande vitesse sol (en début de descente par exemple) et un vol à basse altitude et basse vitesse sol (lors  
20 par exemple de la préparation de la procédure d'approche), ainsi que les corollaires tels que les vols à basse altitude et grande vitesse sol.

Ainsi pour un vol à haute altitude et/ou à grande vitesse, la zone de capture est trop réduite et la capture du segment de profil visé est trop rapide en particulier pour le confort des passagers ; de même pour un vol à  
25 basse altitude et/ou à basse vitesse, la zone de capture est trop large et la capture du segment de profil visé est trop longue en ce sens qu'une partie de ce temps de capture aurait pu être consacré à un autre mode de vol et notamment à une capture plus rapide avec un mode de vol plus économique en carburant comme par exemple le mode « dans la masse d'air » ou  
30 « airmass » en anglais.

Finalement, l'exécution des ordres par le pilote automatique ne permettent pas toujours d'assurer le confort des passagers ou d'adopter un mode de vol adapté, pendant la capture du profil.

Il est connu que pour assurer le confort des passagers, les  
35 mouvements de l'aéronef ne doivent pas conduire à ce que le facteur

d'accélération verticale dépasse un certain seuil, par exemple égal à  $0.1 g$ ,  $g$  étant l'accélération terrestre ( $g = 9.81 \text{ m/s}^2 = 32.1725 \text{ ft/s}^2$ ). Ce facteur ne doit pas non plus être dépassé pendant la capture.

Il en résulte que pour assurer le confort des passagers, il faut  
5 forcer la capture du profil par des trajectoires soumises à des facteurs de charge contraints. La forme de la trajectoire permettant de conserver un facteur d'accélération verticale constant pendant la capture est une parabole qui vient tangenter le profil.

Pour assurer le confort des passagers, il faut aussi éviter les fortes  
10 variations de poussée.

Un but important de l'invention est donc de choisir une zone de capture mieux adaptée au confort des passagers et à la rapidité de capture que dans l'art antérieur.

Pour atteindre ces buts, l'invention propose un procédé d'aide à la  
15 navigation automatique d'un aéronef, principalement caractérisé en ce qu'une zone de capture étant une zone dans laquelle l'aéronef peut capturer un segment de profil vertical prédéterminé en appliquant une transition entre le sous-mode de guidage dans lequel se trouve l'aéronef et le sous-mode de guidage adapté au suivi du segment de profil vertical à capturer, il comprend  
20 l'étape consistant à déterminer la largeur de la zone de capture en fonction de la hauteur du profil vertical à capturer et de la vitesse qu'a l'aéronef à l'aplomb de cette hauteur lorsque l'aéronef n'est pas sur le profil ou à cette hauteur lorsque l'aéronef est sur le profil.

L'invention a également pour objet un dispositif d'aide à la  
25 navigation automatique d'un aéronef comportant au moins une mémoire de programme, caractérisé en ce que la mémoire de programme comporte un programme de calcul de la largeur d'une zone de capture, une zone de capture étant une zone dans laquelle l'aéronef peut capturer un segment de profil vertical prédéterminé en appliquant une transition entre le sous-mode  
30 de guidage dans lequel se trouve l'aéronef et le sous-mode de guidage adapté au suivi du segment de profil à capturer, la largeur de la zone de capture étant calculée en fonction de la hauteur du profil vertical à capturer et de la vitesse qu'a l'aéronef à l'aplomb de cette hauteur lorsque l'aéronef n'est pas sur le profil ou à cette hauteur lorsque l'aéronef est sur le profil.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 déjà décrite représente schématiquement un profil  
5 vertical,

la figure 2 déjà décrite représente schématiquement une zone de capture selon l'état de la technique,

la figure 3 représente schématiquement une zone de capture selon l'invention,

10 la figure 4 représente schématiquement un dispositif d'aide à la navigation selon l'invention.

Le problème posé est de déterminer la zone de capture et plus précisément de la déterminer de manière optimale en fonction de la  
15 dynamique de l'avion et du confort des passagers.

Il s'agit plus précisément de déterminer cette zone de capture de manière à ce qu'elle soit plus large pour un vol à haute altitude et/ou à grande vitesse et moins large pour un vol à basse altitude et/ou à basse vitesse.

20 Le procédé selon l'invention est basé sur le calcul de la largeur de la zone de capture aussi dénommée marge, en fonction de la hauteur du profil vertical à capturer et de la vitesse sol qu'a l'avion à l'aplomb de cette hauteur lorsque l'aéronef n'est pas sur le profil ou à cette hauteur lorsque l'aéronef est sur le profil.

25 Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, on détermine cette fonction à partir de la loi sur l'énergie mécanique totale, telle que  $E_t = E_c + E_p$

$E_t$ ,  $E_c$  et  $E_p$  étant respectivement l'énergie totale, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de l'avion.

30 En désignant comme représenté figure 3 par  $v$ , la vitesse sol qu'a l'avion sur le profil à la hauteur  $h$  ou à l'aplomb de cette hauteur,  $m$  sa masse,  $h'$  la hauteur de la borne supérieure de la zone de capture et  $h''$  la hauteur de la borne inférieure, et en définissant la hauteur totale  $h_t$  équivalente issue de l'énergie totale, on pose :

1er dépôt

$$E_t = mgh_t = \frac{1}{2}mv^2 + mgh,$$

$$\text{soit } h_t = \frac{v^2}{2g} + h$$

- 5 Selon un mode de réalisation de l'invention, on exprime alors la marge selon une fonction de la hauteur totale en considérant une hauteur de sécurité  $h_s$  et une constante d'adaptation  $K$  variant selon les caractéristiques de l'avion :

$$\Delta h = h' - h = h - h'' = h_s + \frac{1}{K}h_t = h_s + \left[ h + \frac{v^2}{2g} \right] \frac{1}{K}$$

10

$K$  permet à  $\Delta h$  de varier entre  $h_s$ , pour un vol à basse altitude et basse vitesse, et une hauteur limite pour un vol à haute altitude et grande vitesse, quelles que soient la vitesse sol  $v$  et la hauteur  $h$ .

- Le procédé décrit est mis en œuvre dans un dispositif embarqué d'aide à la navigation d'un aéronef. Un exemple de ce dispositif 100 est représenté figure 4. Il comporte de manière classique un ou plusieurs microprocesseurs 101 couplés à une mémoire de programme 102 de type ROM par exemple, à une mémoire de travail 103 de type RAM par exemple et à une ou plusieurs mémoires 104 de type ROM par exemple pour le stockage du profil vertical à capturer, ainsi que des circuits 105 de transfert de données entre ces divers éléments. La mémoire de programme 102 contient le programme exécutoire du procédé, sous forme de code source, alors que la mémoire de travail 103 comporte des registres pouvant être mis à jour pour le stockage de résultats des calculs. Cet équipement 100 comporte aussi une interface de communication 106 pour permettre l'échange de données avec des dispositifs comme par exemple avec une interface utilisateur 107, avec des capteurs, etc.

- Ces éléments sont par exemple inclus dans un système de gestion de vol, (« FMS »). Ils peuvent aussi être inclus sous forme de circuits intégrés dédiés, conçus pour mettre en œuvre le procédé.

30



## REVENDECATIONS

1. Procédé d'aide à la navigation automatique d'un aéronef, caractérisé en ce qu'une zone de capture étant une zone dans laquelle l'aéronef peut capturer un segment de profil vertical prédéterminé en appliquant une transition entre le sous-mode de guidage dans lequel se trouve l'aéronef et le sous-mode de guidage adapté au suivi du segment de profil vertical à capturer, il comprend l'étape consistant à déterminer la largeur de la zone de capture en fonction de la hauteur  $h$  du profil vertical à capturer et de la vitesse  $v$  qu'a l'aéronef à l'aplomb de cette hauteur lorsque l'aéronef n'est pas sur le profil ou à cette hauteur lorsque l'aéronef est sur le profil.

2. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la largeur de la zone de capture est déterminée en fonction de la hauteur  $h$  et du carré de la vitesse  $v$ .

3. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la largeur de la zone de capture est égale à environ  $2\Delta h$  avec

$$\Delta h = h' - h = h_s + \left[ h + \frac{v^2}{2g} \right] \frac{1}{K}$$

$h'$  étant la hauteur de la borne supérieure de la zone de capture,  $h_s$  une hauteur de sécurité,  $g$  l'accélération terrestre et  $K$  une constante d'adaptation.

4. Dispositif (100) d'aide à la navigation automatique d'un aéronef comportant au moins une mémoire de programme (102), caractérisé en ce que la mémoire de programme (102) comporte un programme de calcul de la largeur d'une zone de capture, une zone de capture étant une zone dans laquelle l'aéronef peut capturer un segment de profil vertical prédéterminé en appliquant une transition entre le sous-mode de guidage dans lequel se trouve l'aéronef et le sous-mode de guidage adapté au suivi du segment de profil à capturer, la largeur de la zone de capture étant calculée en fonction

de la hauteur  $h$  du profil vertical à capturer et de la vitesse  $v$  qu'a l'aéronef à l'aplomb de cette hauteur lorsque l'aéronef n'est pas sur le profil ou à cette hauteur lorsque l'aéronef est sur le profil.

- 5                    5. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la mémoire de programme comporte un programme de calcul de la largeur d'une zone de capture en fonction de la hauteur  $h$  et du carré de la vitesse  $v$ .

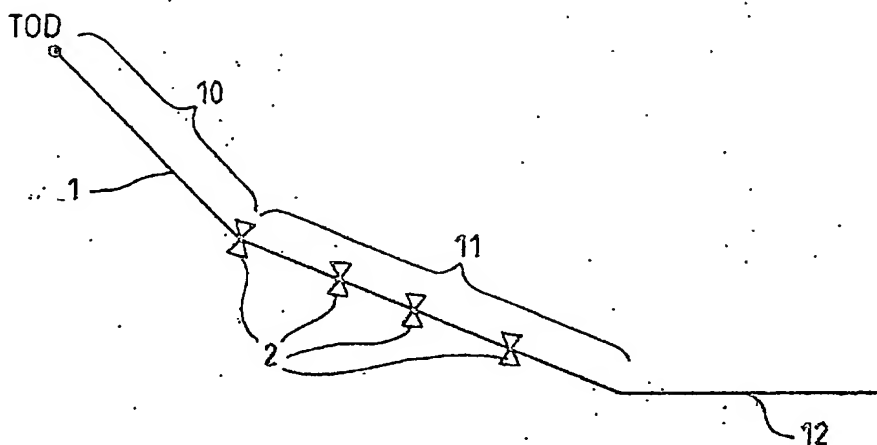


FIG.1

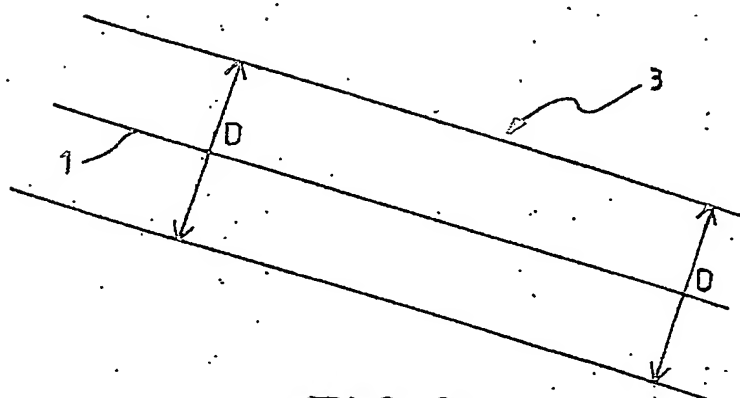


FIG.2

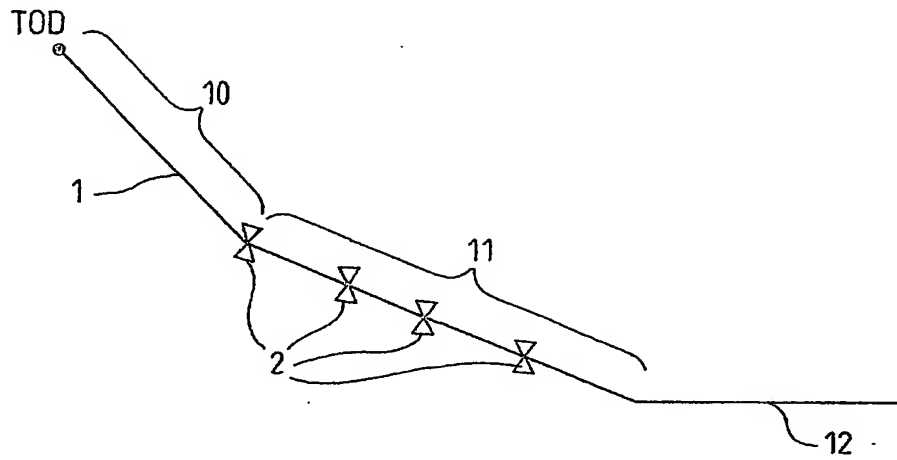


FIG. 1

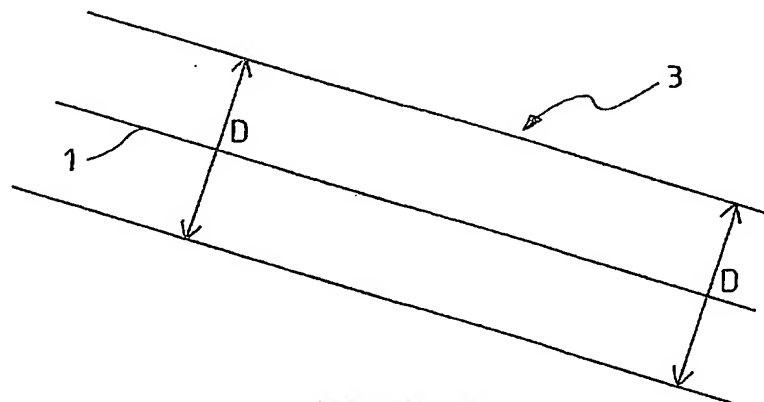


FIG. 2

2/2

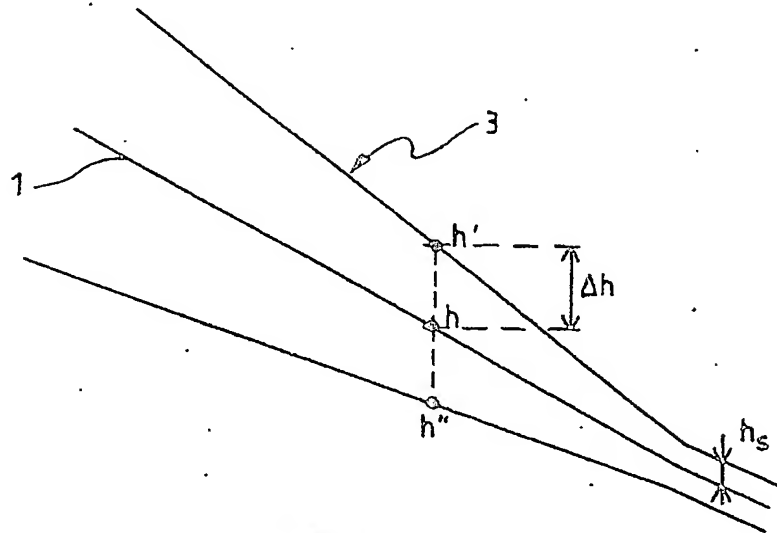


FIG. 3

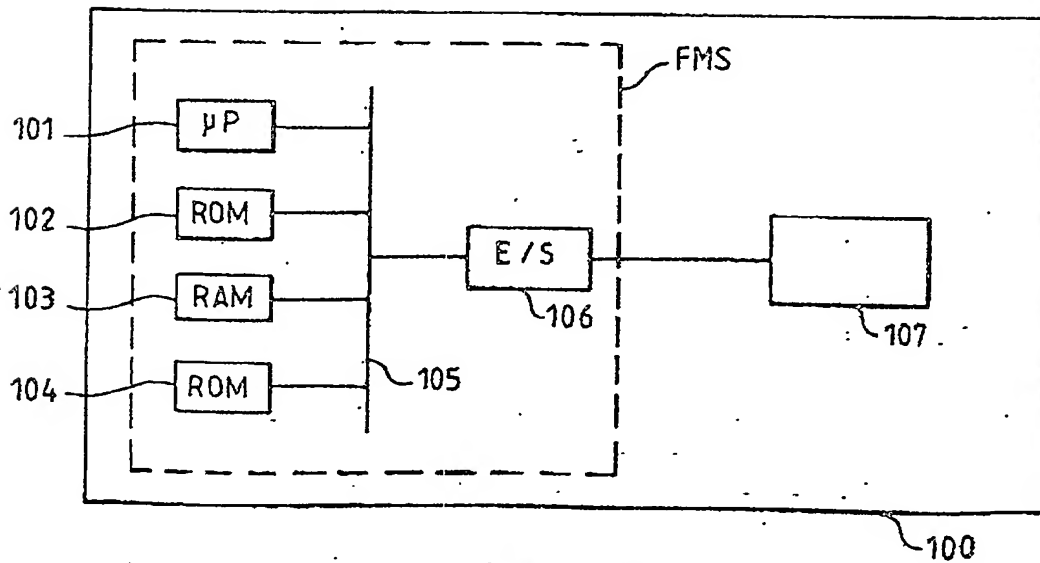


FIG. 4

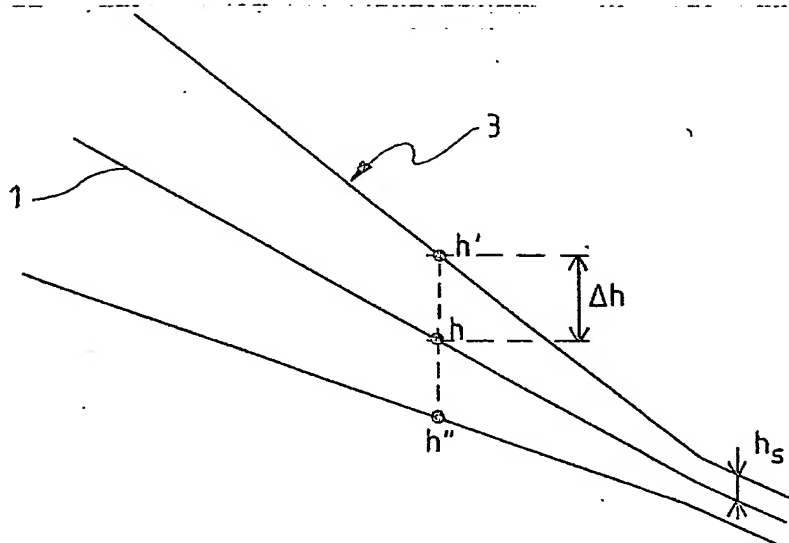


FIG. 3

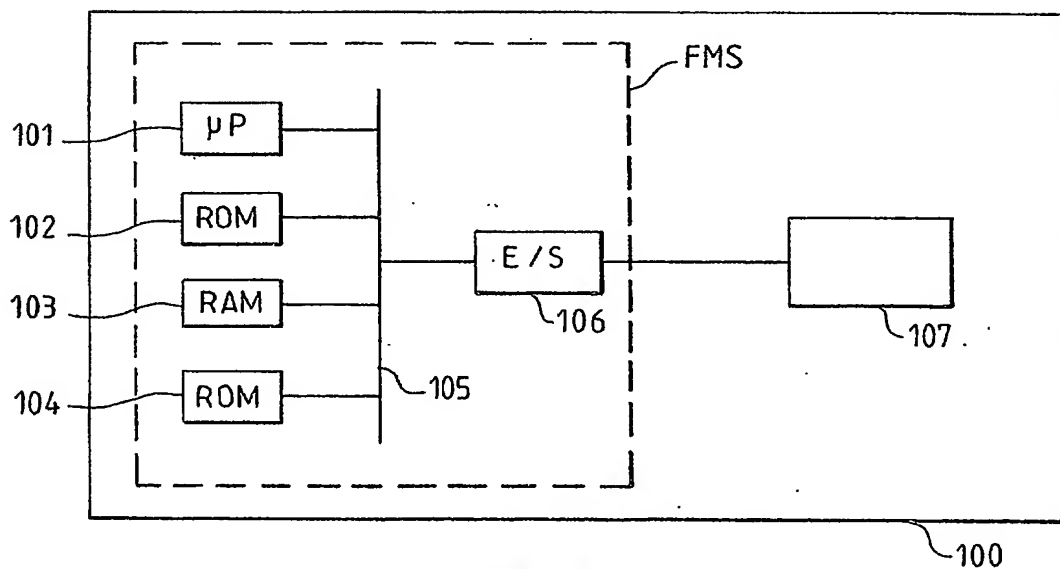


FIG. 4

reçue le 15/01/03



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 26C593

Vos références pour ce dossier (facultatif)		62283	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0212134	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
PROCEDE D'AIDE A LA NAVIGATION D'UN AERONEF ET DISPOSITIF CORRESPONDANT			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
THALES			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		DEKER	
Prénoms		Guy	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 13, Avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL CEDEX
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		01 OCT. 2002	
Michel GUERIN			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**